

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 5 月 21 日 (21.05.2004)

PCT

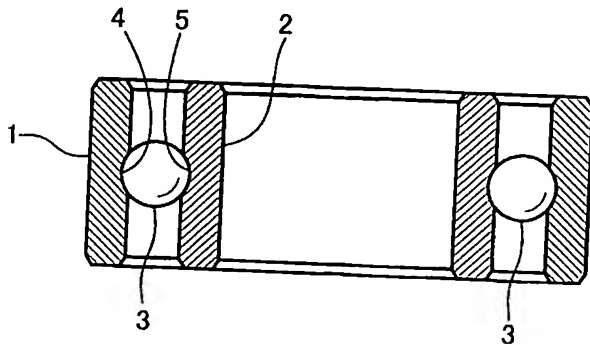
(10) 国際公開番号
WO 2004/042245 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F16C 33/62, 33/32, C22C 38/00, 38/28
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013590
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 24 日 (24.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-320923 2002 年 11 月 5 日 (05.11.2002) JP
- (74) 代理人: 角田 嘉宏, 外 (SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒650-0031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 有古特許事務所 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社研都エンジニアリング (KENT ENGINEERING CORP.) [JP/JP]; 〒659-0092 兵庫県芦屋市大原町 2 1-1 7-2 0 4 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宮内 敏明 (MIYAUCHI, Toshiaki) [JP/JP]; 〒677-0121 兵庫県多可郡八千代町中野間 1 0 9 7 Hyogo (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

/続葉有/

(54) Title: ROLLING BEARING, MATERIAL FOR ROLLING BEARING, AND EQUIPMENT HAVING ROTATING PART USING THE ROLLING BEARING

(54) 発明の名称: 転がり軸受、転がり軸受用材料およびその転がり軸受を用いた回転部を有する機器



(57) Abstract: A low cost rolling bearing having a superior low-noise capability, a corrosion resistance, and a long-life, a material for rolling bearing, and equipment having a rotating part using the rolling bearing, the rolling bearing comprising a plurality of rolling elements (3) installed between an inner ring (2) and an outer ring (1), wherein at least one of the inner ring (2) and the outer ring (1) is made of a corrosion resistant bearing steel with a specified chemical composition, the averaged value of the circle-equivalent diameter of eutectic carbide contained in the corrosion resistant bearing steel is 0.2 to 1.6 μm , the averaged area of the eutectic carbide is 0.03 to 2 μm^2 , the area ratio of the eutectic carbide is 2 to 7%, the hardness of the corrosion resistant bearing steel is HRC58 to 62, and the amount of retained austenite in the corrosion resistant bearing steel is 6 vol.% or below.

(57) 要約: 静粛性に優れていると共に耐食性と耐寿命性を備えた低コストの転がり軸受、転がり軸受用材料およびその転がり軸受を用いた回転部を有する機器に関する。そのために、内輪 2 と外輪 1 の間に複数個の転動体 3 を備えている。内輪 2 および外輪 1 の少なくとも一方を特定化学成分の耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は 0.2 ~ 1.6 μm であり、共晶炭化物の平均面積は 0.03 ~ 2 μm^2 であり、共晶炭化物の面積率は 2 ~ 7% であり、耐食軸受鋼の硬度は HRC58 ~ 62 であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が 6 容量% 以下である。

WO 2004/042245 A1

WO 2004/042245 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

転がり軸受、転がり軸受用材料およびその転がり軸受を用いた回転部を有する機器

5

〔技術分野〕

本発明は、転がり軸受、転がり軸受用材料およびその転がり軸受けを用いた回転部を有する機器に関するものであり、特に、VTR、コンピュータ周辺機器等の精密機器の回転部に好適な
10 転がり軸受及び転がり軸受用材料およびその転がり軸受けを用いた回転部を有する機器に関するものである。

〔背景技術〕

従来より使用されている軸受鋼としては、以下に説明するよ
15 うなものが使用されている。

玉軸受、ころ軸受のような転がり軸受において接触面圧が1000～1300MPa、場合によっては3000～4000MPaにも達する軸受には、炭素含有量が多い高炭素クロム軸受鋼や表面を浸炭するはだ焼鋼が用いられている。高炭素クロム軸受鋼は、1.1% C - 1～1.5% Crを主成分とし、MnとMoの添加量によって焼入性に変化を持たせている。この鋼種は、1050～1120Kの温度から焼入れした後、420～470Kで焼もどし、7～8%の球状セメンタイトがマルテンサイト中に分散した組織として使用されるもので、焼もど
20 し後の硬さがHRC58～64と高いため、地きず、非金属介在物の少ない清浄な鋼が望まれ、現在ではほとんど真空脱ガスによる炭素脱酸を利用して製造され、さらに、必要に応じてエレクトロスラグ再溶解や真空アーク再溶解などの特殊溶解法を
25

組み合わせて非金属介在物の低減、微細化を図った材料が使われている。

また、浸炭軸受は、はだ焼鋼を浸炭して作られるので、高い表層硬さと柔軟な心部を有しており、特に衝撃荷重を受ける用途に適している。

また、390 Kを超える環境下で用いられる軸受では、低温焼きもどしタイプの鋼は組織変化を起こし、軟化や寸法変化が生じるので使用できない。そこで、M50 (0.8C-4Cr-4.3Mo-1V) や T1 (0.7C-4Cr-18W-1V) などの高温焼きもどしタイプの高炭素高合金鋼が使われている。

ところが、従来の軸受鋼には、それぞれ次に説明するような欠点がある。

すなわち、はだ焼鋼は、高炭素クロム軸受鋼に比べて溶解精錬上、酸素含有量を下げにくく、酸化物系非金属介在物を生じやすく、転動寿命を低下させる要因となる。

また、高炭素高合金鋼も、転動寿命を低下させる巨大炭化物が生成しやすい。

この点で高炭素クロム軸受鋼にはこのような欠点がなく、また高い加工精度を得ることができるので、回転時の静粛性を特に要求される精密機器の回転部に使用するのに適している。ところが、高炭素クロム軸受鋼には錆がつきやすく、外表面に防錆油を塗布する必要がある、この防錆油がガス化することにより精密機器の作動障害を引き起こすことがある。

そこで、腐食性雰囲気で使用される軸受けには、耐食性と耐磨耗性に優れた SUS 440 C 鋼相当のマルテンサイト系ステンレス鋼が使用されている。しかし、このステンレス鋼には、溶鋼が凝固する際に共晶反応により生じる共晶炭化物や溶鋼中

の原材料の不純物が化学変化して発生するアルミナ等の非金属
介在物が存在し、鋼材を切削加工する際、共晶炭化物や非金属
介在物と鋼材の組織との間に被削性の差が生じて高精度の切削
加工を施すことができず、特に転がり軸受においては、内外輪
5 の転動溝を高精度に加工することができないので、回転時の振
動により発生する騒音が大きく、精密機器の回転部に用いるこ
とができない。

そこで、静粛性に優れ、且つ耐摩耗性と耐食性に優れた転が
り軸受が提案されている（例えば、特許文献 1 と特許文献 2 参
10 照）。

上記特許文献 1 には、「内外輪間に高炭素クロム軸受鋼から
なる複数個のボールを設け、内輪、外輪の少なくとも一方を、
硬度が HRC 58 以上であり、かつ共晶炭化物の径が $10\text{ }\mu\text{m}$
以下のマルテンサイト系ステンレス鋼で構成してなる玉軸受」
15 が提案されている。

また、特許文献 2 には、「アウターレースとインナーレース
との間に複数個の転動体を介装したステンレス鋼製の転がり軸
受において、上記ステンレス鋼は、重量比で C : 0.6 ~ 0.
75 %、Si : 0.1 ~ 0.8 %、Mn : 0.3 ~ 0.8 %、
20 Cr : 10.5 ~ 13.5 %、残部 Fe および不可避免的に混入
する不純物からなり、その含有する共晶炭化物を長径で $20\text{ }\mu\text{m}$
以下、面積率 10 % 以下としたことを特徴とする転がり軸受」
が提案されている。

【特許文献 1】特開平 6 - 117439 号公報

25 【特許文献 2】特公平 5 - 2734 号公報

共晶炭化物が巨大化すると、巨大な炭化物が軸受の表面に現
れた場合、上記したように、この炭化物と周囲の基地との被削
性の差により、正しい仕上げ面形状にするのが困難で、回転時

の静粛性に問題がある。また、巨大炭化物は、軸受として使用中に周囲の基地との間に耐摩耗性の差を生じ、割れて表面から脱落することにより表面形状を乱して静粛性を著しく低下させる。そこで、炭化物の大きさを極力小さくすることは、軸受表面に炭化物が現れにくくなるので好ましく、上記特許公報に記載されているように、炭化物の径を $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下または $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることは、静粛性の改善に効果がある。ところが、炭化物のサイズを抑えるだけでは満足する静粛性のレベルを得ることはできない。一方、炭化物径をそのように小さくするためには製造技術上の付加工程が必要であり、大幅な製造コストの上昇を招くので、現実的な手段ではない。

本発明は従来技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、静粛性に優れていると共に耐食性と耐寿命性（耐摩耗性に相当するもの）を備えた低コストの転がり軸受、転がり軸受用材料およびその転がり軸受けを用いた回転部を有する機器を提供することにある。

〔発明の開示〕

本発明は、鋼中の化学成分、耐食軸受鋼中の共晶炭化物の円相当直径の平均値、共晶炭化物の平均面積および共晶炭化物の面積率ならびに耐食軸受鋼の硬度と、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量と、平均結晶粒径に着目し、それらの数値と被削性（加工性）、転がり軸受や回転部を有する機器としての静粛性、耐寿命性および製造コストなどとの関係について鋭意研究した結果成し得たものである。

すなわち、耐寿命性や耐食性を高めるために添加される C や Cr の含有量を比較的少なくすることにより、共晶炭化物の生成を抑えることができるのである。そして、C や Cr の含有量

を少なくすることによる不都合な点を回避するために、CuやMoを比較的多く添加するのである。

- また、共晶炭化物の最大長径を小さくすることは転がり軸受の静粛性改善に効果があることは明らかであるが、現実的には、
- 5 量産工程のための一般的な製造技術では困難で、余分な付加工程を必要とするために製造コストを大幅に上昇させる。この点で、製造コストを考慮した場合、共晶炭化物の円相当直径の平均値、共晶炭化物の平均面積および共晶炭化物の面積率を一定範囲におさめることで、被削性の改善に一定の効果が得られ、
- 10 しかも、製造コストの上昇を招かないので、好ましい。

- また、共晶炭化物の円相当直径の平均値は、一般的に約2.0～2.8 μm であるが、この円相当直径の平均値を小さくすることは、被削性の改善に効果があり、0.2～1.6 μm とすることが好ましい。なお、円相当直径の平均値とは、共晶炭
- 15 化物各々の面積を画像解析装置で求め、その面積を円に換算したときの直径の平均値をいう。

- さらに、共晶炭化物の平均面積は、一般的に約3.0～6.0 μm^2 であるが、この平均面積を小さくすることは、被削性の改善に効果があり、0.03～2.0 μm^2 とすることが好
- 20 ましい。

また、被削性の改善のためには、共晶炭化物の絶対量を制限することが好ましく、そのため、共晶炭化物の面積率は、2～7%とすることが好ましい。なお、面積率とは、視野の全測定面積に占める共晶炭化物の総面積の割合（百分率）をいう。

- 25 また、軌道面あるいは転動面の転がり寿命ならびに耐摩耗性と靱性を確保するために、耐食軸受鋼の硬度は、ロックウエル硬さCスケール（HRC）で、58～62とすることが好ましい。

また、荷重や衝撃によって軌道面あるいは転動面に有害な永久変形を生じさせないようにするためには、残留オーステナイト量を少なく抑えることが必要で、6容量%以下とすることが好ましい。残留オーステナイト量を少なく抑えることで、軌道面あるいは転動面の耐圧痕性を向上させる効果のほか、この軌道面あるいは転動面の表面精度が経時的に劣化することを防止することもできる。

さらに、加工性や硬度を安定させるためには、平均結晶粒径は6～9.5 μm の範囲が好ましい。

すなわち、本発明は、内輪と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記内輪および外輪の少なくとも一方を重量比で、Cが0.5～0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00～9.50%、Moが0.15～0.50%、Cuが0.30～0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2～1.6 μm であり、共晶炭化物の平均面積は0.03～2 μm^2 であり、共晶炭化物の面積率は2～7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58～62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受を第一の発明とし、

内輪と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記内輪、外輪および転動体のすべてを重量比で、Cが0.5～0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00～9.50%、Moが0.15～0.50%、Cuが0.30～0.

70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2~1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03~2 μ m²であり、共晶炭化物の面積率は2~7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58~62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受を第二の発明とし、

軸の外周に転動溝を形成し、この転動溝と外輪内周の転動溝との間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記軸および外輪の少なくとも一方を重量比で、Cが0.5~0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00~9.50%、Moが0.15~0.50%、Cuが0.30~0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2~1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03~2 μ m²であり、共晶炭化物の面積率は2~7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58~62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受を第三の発明とし、

上記第一、第二または第三の発明において、平均結晶粒径が6~9.5 μ mである転がり軸受を第四の発明とし、重量比で、Cが0.5~0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00~9.50%、Moが0.15~0.50%、Cuが0.30~0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15

%以下、Oが15 ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼で、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2～1.6 μmであり、共晶炭化物の平均面積は0.03～2 μm²であり、共晶炭化物の面積率は2～7%であることを特徴とする転がり軸受用材料を第五の発明とし、

上記第一または第四の発明の転がり軸受を用いた回転部を有する機器を第六の発明とし、

上記第二または第四の発明の転がり軸受を用いた回転部を有する機器を第七の発明とし、

上記第三または第四の発明の転がり軸受を用いた回転部を有する機器を第八の発明とし、

上記第六ないし第八の発明の中のいずれかに記載の回転部を有する機器がハードディスクドライブである発明を第九の発明とし、

上記第六ないし第八の発明の中のいずれかに記載の回転部を有する機器が精密機器である発明を第十の発明とする。

本発明において、「静粛性」とは、「ある金属材料を転動体または内輪もしくは外輪に加工して転がり軸受に組み立て、その軸受をハードディスクドライブなどの精密機器に組み込んで運転したとき、その精密機器が発する騒音のうち、金属材料に起因する騒音の少なさ」をいう。その騒音は、転がり軸受が回転作動中に発生する振動によるものであり、この振動発生は上記したように転動体や内輪、外輪の形状精度に大きく依存する。ハードディスクドライブなどの精密機器分野で用いられている比較的小型の転がり軸受は、他の用途では問題とならないような静粛性が重要な問題である。

そこで、内輪と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転が

り軸受の内輪および外輪の少なくとも一方を本発明の耐食軸受鋼とするか、外周に転動溝を形成した軸と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受の上記軸および外輪の少なくとも一方を本発明の耐食軸受鋼とすることで、高炭素クロム軸受鋼に比べて錆が発生しにくく、耐食性の向上と耐寿命性の向上を図ることができる。

そして、耐食軸受鋼の含有するCを0.5～0.56%、Siを1%以下、Mnを1%以下、Pを0.03%以下、Sを0.01%以下、Crを8.00～9.50%、Moを0.15～0.50%、Cuを0.30～0.70%、Tiを15ppm以下、Vを0.15%以下、Oを15ppm以下で、残部をFeおよび不可避免的に混入する不純物とし、共晶炭化物の占める部分（面積）を一定範囲におさめることにより、製造コストを上昇することなく被削性の改善を図ることができる。

すなわち、共晶炭化物の円相当直径の平均値を $1.6\mu\text{m}$ 以下とし、共晶炭化物の平均面積を $2\mu\text{m}^2$ 以下とし、共晶炭化物の面積率を7%以下とすることで、被削性を一層改善し、静粛性を大幅に向上することができる。

しかし、共晶炭化物の円相当直径の平均値、平均面積および面積率を過度に低下させるには、そのための特別の製造工程が必要で、製造コストの大幅な上昇を招くことにつながる。そこで、共晶炭化物の円相当直径の平均値が $0.2\mu\text{m}$ 以上で、共晶炭化物の平均面積が $0.03\mu\text{m}^2$ 以上で、共晶炭化物の面積率が2%以上の範囲であれば、ほぼ通常の製造工程に従って製造できるので、製造コストをほとんど上昇させることなく、経済的な製造システムを達成できる。

さらに、内輪と外輪と転動体のすべてに本発明の耐食軸受鋼を用いると、使用中に高温となったときでも、内輪、外輪およ

び転動体のすべてが同一材料であるため、相互で熱膨張係数の差による歪みが全くなり、高温時でも静粛性と耐寿命性に優れた効果を発揮することができる。

また、耐食軸受鋼の硬度をHRC 58～62とすることにより、軌道面あるいは転動面の転がり寿命ならびに耐摩耗性および靱性を確保することができる。

そして、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量を6容量%以下とすることにより、耐圧痕性を向上させ、軌道面あるいは転動面の表面精度の経時的劣化を防止することができる。

さらに、平均結晶粒径を6～9.5 μm にすることにより、被削性、静粛性および耐寿命性などを改善することができる。

本発明の耐食軸受鋼を転がり軸受用材料として用いる場合、内輪、外輪および転動体のいずれか一つに用いても、もちろん上記した効果を発揮する。例えば、請求の範囲第5項記載の転がり軸受用材料の実施形態として転動体のみに本発明の耐食軸受鋼を用い、内輪と外輪は、後記する表3に示す従来の組成のステンレス鋼を用いることもできる。

本発明の耐食軸受鋼の成分（重量%）の限定理由は、以下の通りである。

Cは、高温強度と耐摩耗性を付与するために必須の構成元素であり、先に示した特許文献2では、Cは0.6～0.75%添加されているが、本発明では、炭化物の生成を抑制するため、Cの含有量は0.5～0.56%とした。所定の高温強度と耐摩耗性を確保するためには、0.5%以上のCは必要であるが、多すぎると大きな共晶炭化物が生成し、被削性を低下させ、耐食性も悪くなるので、0.56%以下とするのが好ましい。

Siを1%以下、Mnを1%以下、Pを0.03%以下、Sを0.01%以下、Vを0.15%以下、Tiを15ppm以下、

○を15 ppm 以下とするのは、これらの元素が多すぎると加工硬化を助長し被削性が低下するので、被削性を低下させず、また、非金属介在物の生成を抑制するためにそれらの元素を上記数値以下に抑えるのである。さらに、それらの元素が多すぎると、焼き入れ性を低下させ、マルテンサイト化率が低下するという不都合な点もある。

Cr、CuおよびMoの数値限定理由は、以下のとおりである。

CrはCと結合して炭化物を形成し、耐摩耗性を高めるとともに基地に固溶したCrは耐食性を増す。本発明は炭化物の生成を抑制するためにCを従来より少し低減したので、Crも特許文献2に記載された含有量(10.5~13.5%)に比べて少なくなるように、8.00~9.50%とした。CとCrの含有量を少なくすることによる不都合な点を回避するために、CuとMoの添加量を比較的多くしている。

すなわち、Cuは耐食性と耐候性を発揮するという効果がある。しかし、多すぎると、割れやすくなるため、0.30~0.70%とするのが好ましい。

Moは焼き入れ性を向上させ、結晶粒の粗大化を防止し、さらに耐食性をも向上させるという効果がある。Moが0.15%より少ないと、これらの効果が少なく、0.50%より多くなると公知の焼き入れ条件で焼き入れできず、またMoは非常に高価な金属であるため、Mo量が多いとコストが増大するからである。

本発明は上記のとおり構成されており、静粛性に優れておりと共に耐食性と耐寿命性を備えた低コストの転がり軸受、転がり軸受用材料及びその転がり軸受を用いた回転部を有する機器を提供することができる。特に、本発明は、VTR、コンピュ

ーター周辺機器等、中でもとりわけスイングアーム用軸受のコストダウンおよび静粛性向上に寄与する産業上の効果の大きな発明である。

5 〔図面の簡単な説明〕

第1図は、本発明の転がり軸受の実施例の縦断面図である。

第2図は、本発明の転がり軸受の別の実施例の縦断面図である。

第3図は、共晶炭化物の円相当直径の平均値 (μm) とアン
10 デロン値 (M) の関係を示す図である。

第4図は、共晶炭化物の最大長径 (μm) とコスト指数の関係を
示す図である。

第5図は、耐食軸受鋼またはステンレス鋼に析出した炭化物のSEM像を示す図である。

15 第6図は、ハードディスクドライブの外観を示す斜視図である。

〔発明を実施するための最良の形態〕

以下に本発明の実施例を図面を参照しながら説明するが、本
20 発明は下記実施例に限定されるものではない。

第1図において、1は外輪、2は内輪、3は転動体を示す。
外輪1内周の転動溝4と内輪2外周の転動溝5との間には、複数個の転動体3が充填してある。

外輪1と内輪2の材料には下記の表1に示すような組成（重量
25 量％）の本発明の耐食軸受鋼を用い、転動体3の材料に高炭素クロム軸受鋼（S U J 2）を用い、平均結晶粒径を本発明の範囲内に限定した場合（実施例1）と、外輪1のみに表1に示すような組成の耐食軸受鋼を用い、内輪2と転動体3の材料は高

炭素クロム軸受鋼（S U J 2）とし、平均結晶粒径を本発明の範囲内に限定した場合（実施例 2）と、外輪 1、内輪 2 および転動体 3 のすべてに表 1 に示すような組成の耐食軸受鋼を用いた場合（実施例 3）の耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値、平均面積、耐食軸受鋼のロックウエル硬さ C スケール（H R C）と耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量（容量 %）および平均結晶粒径は下記の表 4 に示す通りである。

第 2 図において、軸 6 の外周に刻まれた転動溝 7 と外輪 1 内周の転動溝 4 との間には、複数個の転動体 3 が充填してある（実施例 4）。本実施例 4 においては、外輪 1 および軸 6 の材料には表 1 に示すような組成の耐食軸受鋼を用い、転動体 3 には高炭素クロム軸受鋼（S U J 2）を使用した。この場合の耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値、平均面積、耐食軸受鋼のロックウエル硬さ C スケール（H R C）と耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量（容量 %）および平均結晶粒径は表 4 に示す通りである。

本実施例 4 では、外輪 1 と軸 6 の両方を本発明の耐食軸受鋼としているが、使用条件によっては、耐食性と高温強度が必要な一方だけを耐食軸受鋼とすることもでき、さらに、外輪 1 と軸 6 と転動体 3 のすべてを耐食軸受鋼とすることもできる。

さらに、実施例 5 では、外輪 1 と内輪 2 の材料に、下記の表 2 に示すように、表 1 とは異なる組成（重量 %）の本発明の耐食軸受鋼を用い、転動体 3 の材料には高炭素クロム軸受鋼（S U J 2）を用い、平均結晶粒径を本発明の範囲内に限定した。

そして、実施例 6 では、外輪 1、内輪 2 および転動体 3 のすべてに表 2 に示すような組成の耐食軸受鋼を用い、平均結晶粒径を本発明の範囲内に限定した。

これら実施例 5 と実施例 6 の場合の耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値、平均面積、耐食軸受鋼のロックウエル硬さ C スケール (HRC) と耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量 (容量%) および平均結晶粒径は表 4 に示す通りである。

上記耐食軸受鋼を得るに際して、1025℃から水焼き入れを行った後、サブゼロ処理 (-80℃) を行い、170℃に焼き戻した。

【表 1】

(重量%)										
C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	V	Ti	O
0.52	0.25	0.70	0.023	0.002	9.11	0.49	0.29	0.03	14ppm	15ppm
Fe=残部										

【表 2】

(重量%)										
C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	V	Ti	O
0.50	0.25	0.50	0.010	0.003	8.85	0.51	0.40	0.04	13ppm	12ppm
Fe=残部										

【表 3】

(重量%)										
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ti	O	
0.68	0.85	0.64	0.021	0.016	12.20	0.17	0.11	14ppm	12ppm	
Fe=残部										

【表 4】

	耐食軸受鋼										転がり軸受			
	炭化物					その他性質					特 性 値			
	面積率 (%)	最大長径 (μm)	円相当直径 平均(μm)	平均面積 (μm^2)	硬度 (HRC)	残留オーステン サイト量(%)	平均結晶 粒径(μm)	アンデロン値			加工性	耐寿命性	コスト	
								M	H					
実施例1	2.6	13	0.2	0.03	58	4	8.62	2.36	1.80		109	108	95	
実施例2	3.1	12	0.6	0.3	60	6	7.46	2.40	1.92		108	108	95	
実施例3	2.4	17	1.5	1.8	59	4	10.2	2.60	1.98		108	105	95	
実施例4	4.6	15	1.1	1.0	62	5	11.4	2.63	1.99		106	106	95	
実施例5	5.2	17	0.7	0.4	62	6	7.0	2.44	1.85		108	108	95	
実施例6	2.8	12	1.0	0.8	60	4	6.7	2.45	1.90		105	106	95	
比較例1	2.6	12	1.8	2.5	60	6	8.7	2.76	2.12		102	103	132	
比較例2	2.0	8	0.2	0.1	62	7	11.3	2.52	1.90		104	103	152	
比較例3	7.3	35	2.8	6.2	59	7	9.5	3.47	2.94		99	102	94	
従来例1	2.5	15	2.7	5.7	58	6	9.8	2.95	2.55		100	100	100	
従来例2	2.2	8	2.1	3.5	60	7	10.5	2.90	2.25		102	102	138	

耐食軸受鋼中の共晶炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値および平均面積は、不純物元素の管理、原料の調製や精錬、造塊などの製造工程での製造条件（例えば、精錬時間、脱ガス条件、拡散熱処理工程の挿入など）により制御することができる。しかし、特に表3にその組成（重量％）を示すような従来のステンレス鋼では、共晶炭化物の最大長径を $20\mu\text{m}$ 以下にするためには、特別の原料を用いて製造工程も増えるため、大幅な製造コストの上昇を招くことになる。

耐食軸受鋼の平均結晶粒径と硬度および耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量は、焼き入れに際しての加熱温度と加熱時間、冷却速度、冷却媒体、冷却温度と時間、焼き戻し温度と焼き戻し時間などにより制御することができる。

本実施例1～6の転がり軸受に関する振動および騒音の評価試験をAFBMA (The Anti-Friction Bearing Manufacturers Association, Inc.) の規格に準拠して行った成績（アンデロン値）と、それら転がり軸受の加工性（被削性）、耐寿命性およびコストを指数表示したものを表4に記載する。

表4には、比較例1～3と従来例1、2の評価結果も同時に示されているが、これらに用いられるステンレス鋼は表3に示す従来の組成のものであり、本発明の耐食軸受鋼の表1と表2に示す組成とは大きく異なるものである。しかも、比較例1～3は、転動体3が高炭素クロム軸受鋼（S U J 2）であって、外輪1と内輪2の材料には表3に示す組成のステンレス鋼を用い、ステンレス鋼の含有する共晶炭化物の面積率、円相当直径の平均値、平均面積およびステンレス鋼中の残留オーステナイト量（容量％）の中の少なくとも1つの特性値が、本発明の範囲を外れるものである。

また、従来例1、2は、外輪1、内輪2および転動体3の材

料すべてが表 3 に示す組成のステンレス鋼であり、ステンレス鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値、平均面積およびステンレス鋼中の残留オーステナイト量（容量％）の中の少なくとも 1 つの特性値が、本発明の範囲を外れるものである。

- 5 表 4 において、アンデロン値の M、H は、それぞれ測定周波数帯域の区分で、M は中周波数帯域（300－1800 Hz）、H は高周波数帯域（1800－10000 Hz）を示している。同一周波数帯域では、アンデロン値が低いほど静粛性が優れていることを示す。

- 10 加工性、耐寿命性およびコストについては、従来例 1 を 100 とした指数で表示し、加工性と耐寿命性については数値の大きい方が優れていることを示し、コストについては数値の小さい方が優れていることを示す。なお、加工性の評価は、精密旋盤により外周切削、突切切削を行って付加電流増分の比較測定
15 により行い、耐寿命性の評価は、使用箇所により決まる仕様に基づいて、20℃、80℃、100℃などの温度で一定時間加熱し、合計約 1000 時間回転させ、その後の回転調子（音響、振動など）やグリス状態を比較することにより行った。

表 4 より、以下のことが指摘できる。

- 20 （1）比較例 2 の炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値および平均面積が最も小さいので、アンデロン値は低い。しかし、外輪と内輪の材料に従来のステンレス鋼を用いた比較例 2 では、これらの数値を低くするために特別の製造工程が必要であり、そのための製造コストが極めて高くつき、経済的な
25 材料とは言えない。

（2）比較例 1 と従来例 1、2 は、炭化物の最大長径は実施例 1～6 と同等か又は短い、円相当直径の平均値および平均面積が本発明の範囲を外れており、実施例 1～6 よりアンデロン

値が大きい。さらに、これら比較例 1 と従来例 1、2 は、炭化物の最大長径を小さくするために、実施例 1～6 よりコストが高くなり、特に、従来例 2 と比較例 1 の炭化物の最大長径はそれぞれ $8\text{ }\mu\text{m}$ 、 $12\text{ }\mu\text{m}$ と小さく、これらは円相当直径の平均値も比較的小さいので、そのための製造コストが極めて高い。

(3) 比較例 3 は、炭化物の面積率、円相当直径の平均値、平均面積および残留オーステナイト量のすべてが本発明の範囲を外れており、アンデロン値が極めて大きい。

(4) 以上の比較例や従来例に比して、実施例 1～6 は、炭化物に関して本発明の範囲内の適正な面積率、円相当直径の平均値および平均面積を有しており、その他性質の耐食軸受鋼の硬度や耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量（容量％）や平均結晶粒径に関しても、本発明の範囲内の適正な数値を有しているので、アンデロン値は比較例 2 と遜色ないレベルであり、加工性、耐寿命性およびコスト面のすべてが従来例より良好なレベルである。

これら円相当直径の平均値とアンデロン値（M）の関係を第 3 図に示し、最大長径とコスト指数の関係を第 4 図に示す。第 3 図および第 4 図において、「◎」は実施例、「▲」は比較例、「●」は従来例を示す。第 3 図と第 4 図は、アンデロン値が低く、低コストであるという本発明の特徴を如実に示していると言える。

第 4 図において、コストが最も低いのは比較例 3 であるが、この比較例 3 は、第 3 図に示すように、アンデロン値が極めて高い。また、第 3 図において、比較例 2 のアンデロン値は低いですが、この比較例 2 は、第 4 図に示すように、コストが極めて高くなる。

表 2 の炭化物の面積率、最大長径、円相当直径の平均値、平

均面積および平均結晶粒径は、耐食軸受鋼（またはステンレス鋼）の測定試片を樹脂に埋め込み、研磨仕上げし、金属顕微鏡で観察し、代表視野を400倍で写真にとり、画像解析装置により測定した結果である。

- 5 最大長径の共晶炭化物が研磨仕上げした面に出現することは稀にしか期待できないので、転がり軸受を酸の溶液中で定電流電解により溶解し、炭化物をフィルターにて濾過し、走査電子顕微鏡（SEM）で組織観察を行った結果（2000倍）を示すのが第5図である。第5図において、白色の塊部分が炭化物を示す。

- 10 耐食軸受鋼（またはステンレス鋼）中の残留オーステナイトの容量（%）の測定は、試料を電解抽出法で処理し、表面X線回折法により行った。分析条件は、ターゲットがCuで、加速電圧が40kVで、試料電流が180mAで、走査範囲は、4
15 1.2～46.705°である。解析方法は、ミラー指数h、k、lの回折線の積分強度より結晶構造を同定し、残留オーステナイト量の相対的な容量比を決定する方法により行った。

なお、X線回折装置は、理学電機社製のRINT1500/2000型を用いた。

- 20 第6図は、本発明の転がり軸受を用いることができる回転部を有する機器の一例を示すものであり、ハードディスクドライブの外観を示す斜視図である。第6図において、11はディスク、12はスピンドルモーター、13はヘッド、14はサスペンション、15はスイングアーム、16はプリアンプ、
25 17はフレクシャー、18はスイングアーム用軸受、19はボイスコイルモーター、20はフレーム、21は電気回路である。

このハードディスクドライブは、例えば、VTRやコンピ

ユータ周辺機器等の精密機器に用いられる。また、この他、本発明の転がり軸受は、スピンドルモータやファンモータ等の回転部にも用いることができる。

〔産業上の利用の可能性〕

本発明は以上説明したように構成されているので、特に、VTR、コンピュータ周辺機器等の精密機器の回転部に好適な転がり軸受及び転がり軸受用材料およびその転がり軸受けを用いた回転部を有する機器として適している。

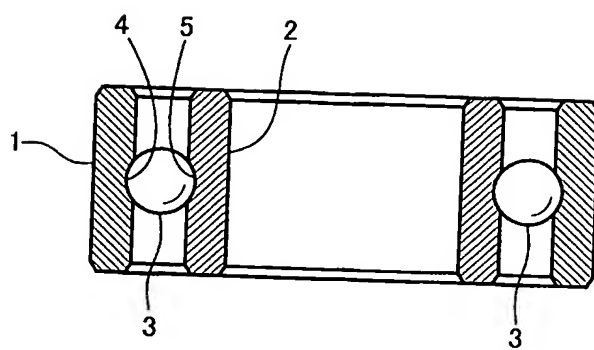
請 求 の 範 囲

1. 内輪と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記内輪および外輪の少なくとも一方を重量比で、
5 Cが0.5～0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00～9.50%、Moが0.15～0.50%、Cuが0.30～0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する
10 不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2～1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03～2 μ m²であり、共晶炭化物の面積率は2～7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58～62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト
15 量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受。
2. 内輪と外輪の間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記内輪、外輪および転動体のすべてを重量比で、
Cが0.5～0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00
20 ～9.50%、Moが0.15～0.50%、Cuが0.30～0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2～1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03～2 μ m²であり、共
25 晶炭化物の面積率は2～7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58～62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受。

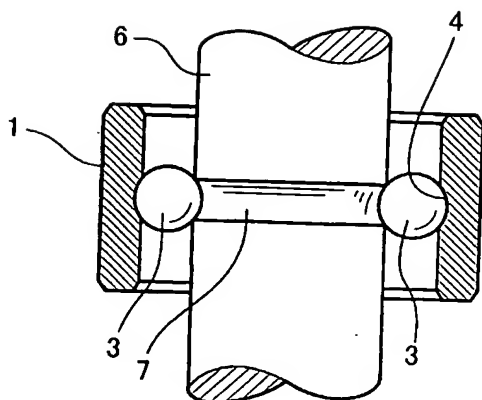
3. 軸の外周に転動溝を形成し、この転動溝と外輪内周の転動溝との間に複数個の転動体を備えてなる転がり軸受において、上記軸および外輪の少なくとも一方を重量比で、Cが0.5~0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00~9.50%、Moが0.15~0.50%、Cuが0.30~0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼とし、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2~1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03~2 μ m²であり、共晶炭化物の面積率は2~7%であり、耐食軸受鋼の硬度はHRC58~62であり、耐食軸受鋼中の残留オーステナイト量が6容量%以下であることを特徴とする転がり軸受。
4. 平均結晶粒径が6~9.5 μ mである請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の転がり軸受。
5. 重量比で、Cが0.5~0.56%、Siが1%以下、Mnが1%以下、Pが0.03%以下、Sが0.01%以下、Crが8.00~9.50%、Moが0.15~0.50%、Cuが0.30~0.70%、Tiが15ppm以下、Vが0.15%以下、Oが15ppm以下で、残部がFeおよび不可避免的に混入する不純物からなる耐食軸受鋼で、この耐食軸受鋼の含有する共晶炭化物の円相当直径の平均値は0.2~1.6 μ mであり、共晶炭化物の平均面積は0.03~2 μ m²であり、共晶炭化物の面積率は2~7%であることを特徴とする転がり軸受用材料。
6. 請求の範囲第1項または第4項記載の転がり軸受を用いた回転部を有する機器。

7. 請求の範囲第2項または第4項記載の転がり軸受を用いた回転部を有する機器。
8. 請求の範囲第3項または第4項記載の転がり軸受を用いた回転部を有する機器。
- 5 9. 請求の範囲第6項ないし第8項のいずれか1項に記載の回転部を有する機器がハードディスクドライブである。
10. 請求の範囲第6項ないし第8項のいずれか1項に記載の回転部を有する機器が精密機器である。

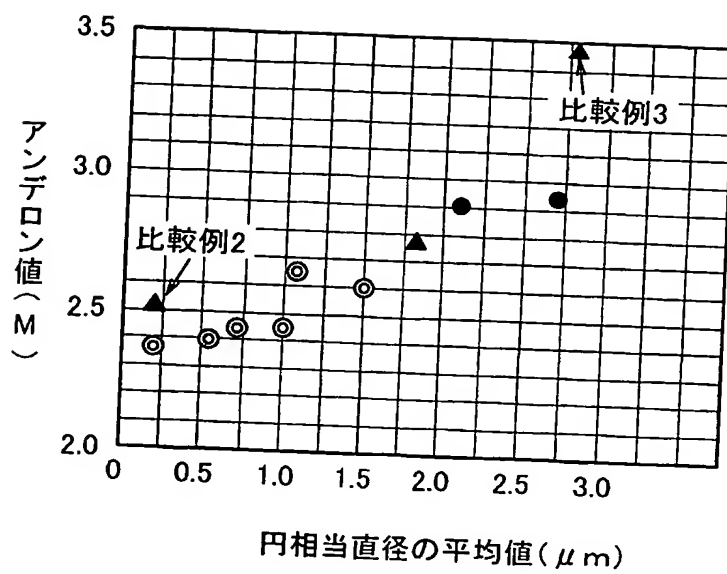
第1図



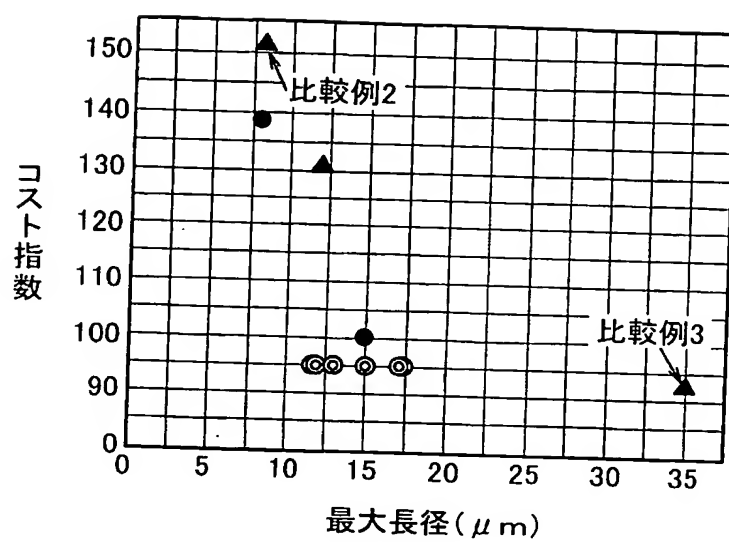
第2図



第3図

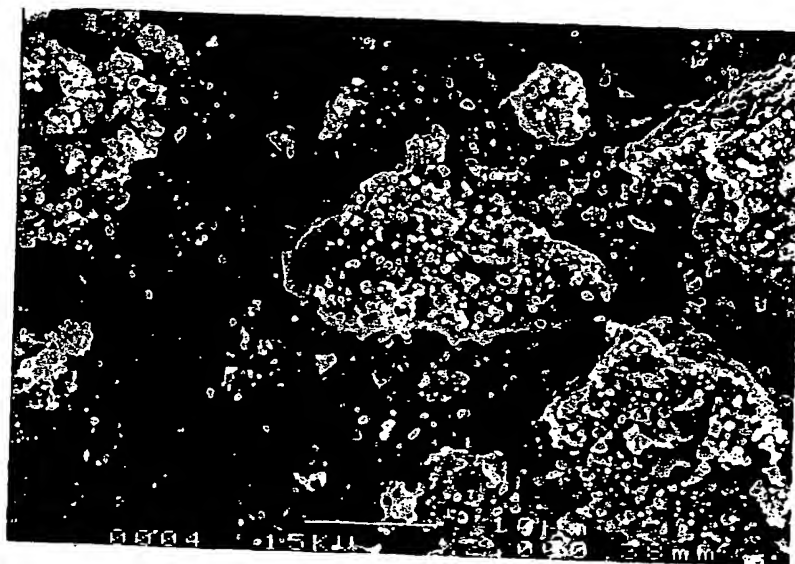


第4図



第5図

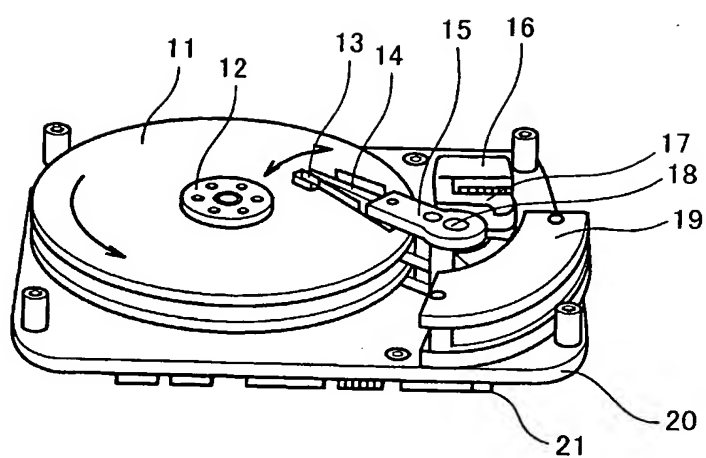
BEST AVAILABLE COPY



5/
7

差換え用紙(規則26)

第6図

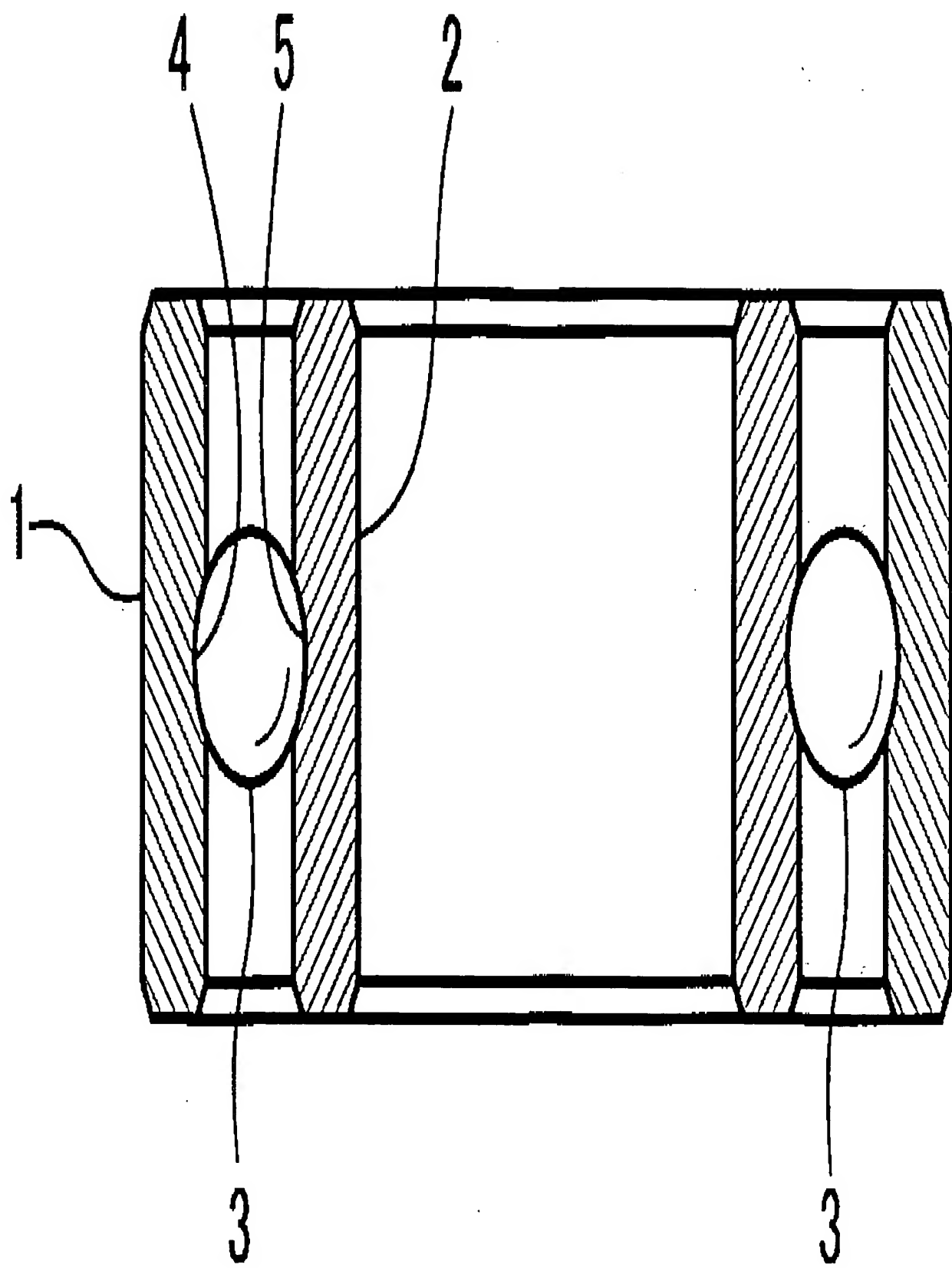


WO 2004/042245

PCT/JP2003/013590

〔別 紙〕

1 …外輪、2 …内輪、3 …転動体、4、5、7 …転動溝、6 …軸



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C33/62, 33/32, C22C38/00, C22C38/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C33/62, 33/32-33/34, C22C38/00, C22C38/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3922720 A1 (NIPPON SEIKO KABUSHIKI KAISHA), 18 January, 1990 (18.01.90), & JP 2-125841 A & US 4930909 A & KR 9310411 B	1-10
A	GB 2328479 A (NSK LTD.), 24 February, 1999 (24.02.99), & JP 11-61325 A & JP 11-80897 A & GB 2342409 A & US 6224688 B1	1-10
A	JP 6-240407 A (The Japan Steel Works, Ltd.), 30 August, 1994 (30.08.94), (Family: none)	1-10
A	JP 2000-144258 A (Kawasaki Steel Corp.), 26 May, 2000 (26.05.00), (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 January, 2004 (27.01.04)Date of mailing of the international search report
10 February, 2004 (10.02.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ' F16C33/62, 33/32, C22C38/00, C22C38/28

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ' F16C33/62, 33/32-33/34, C22C38/00, C22C38/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	DE 3922720 A1 (NIPPON SEIKO K. K.) 1990.01.18 & JP 2-125841 A & US 4930909 A & KR 9310411 B	1-10
A	GB 2328479 A (NSK LIMITED) 199 9.02.24 & JP 11-61325 A & JP 1 1-80897 A & GB 2342409 A & US 6224688 B1	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.01.2004

国際調査報告の発送日

10.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤村 泰智

3J

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 6-240407 A (株式会社日本製鋼所) 199 4.08.30 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2000-144258 A (川崎製鉄株式会社) 20 00.05.26 (ファミリーなし)	1-10



Creation date: 09-30-2005
Indexing Officer: CPHAN - COUNG PHAN
Team: OIPEBackFileIndexing
Dossier: 10531518

Legal Date: 06-03-2005

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	4
2	FOR	6
3	FOR	6

Total number of pages: 16

Remarks:

Order of re-scan issued on